

DISPONIBILIDAD DEL CINCO PARA PATATAS, MAÍZ Y CÍTRICOS EN UN SUELO CALIZO TRATADO CON LODOS DE DEPURADORAS

F. Pomares, F. Tarzona y M. Estela
 Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.)
 Generalidad Valenciana, Moncada (Valencia)

RESUMEN

En tres ensayos de campo efectuados en un suelo calizo de la Comunidad Valenciana se estudió la eficacia de los lodos de depuradora como fuente de suministro de cinc para patatas, maíz y cítricos. En los 2 primeros cultivos los lodos produjeron aumentos significativos en los niveles foliares de cinc, mientras que en los cítricos no se apreciaron diferencias entre los distintos tratamientos.

INTRODUCCION

Es bien conocido que desde hace varias décadas se viene produciendo un progresivo aumento en la incidencia de las deficiencias de microelementos en los cultivos agrícolas, especialmente en los suelos calizos, predominantes en las regiones mediterráneas de nuestro país. Las causas responsables de esta situación son varias, entre las que cabría destacar: a) disminución de las aportaciones de enmiendas orgánicas en la fertilización de los cultivos, b) sustitución progresiva de los fertilizantes simples por los complejos, que en general presentan contenidos de microelementos más bajos, y c) aumento de las extracciones de microelementos del suelo derivado de la utilización de variedades de alta productividad y/o de la mejora en las prácticas de cultivo. Por otra parte, en el proceso de depuración de las aguas residuales, objetivo prioritario en todos los países avanzados, se obtienen cantidades elevadas de residuos orgánicos denominados lodos de depuradoras, que es preciso eliminar mediante vías económicamente viables y que presenten el mínimo impacto sobre la contaminación y deterioro del medio ambiente. De las posibles alternativas de eliminación de los lodos, la utilización en agricultura es altamente interesante ya que permite el reciclado de la materia orgánica y los elementos esenciales contenidos en los referidos residuos orgánicos.

Los lodos de depuradoras suelen presentar contenidos relativamente altos de microelementos esenciales como hierro, cinc, cobre y manganeso, que aplicados en dosis muy altas pueden producir efectos de fitotoxicidad por cinc y cobre, especialmente en suelos ácidos (POMARES, 1982; MATTHEWS, 1985). Sin embargo, en los suelos básicos con baja disponibilidad de microelementos, la aportación de lodos de depuradoras puede ser una práctica interesante para mejorar la nutrición en microelementos de los cultivos.

En el presente trabajo se estudia el efecto de la aportación de diferentes dosis y tipos de lodos en la disponibilidad del cinc por los cultivos en un suelo calizo.

MATERIAL Y METODOS

Ensayo 1 en patatas-maíz.

En una parcela del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (antes C.R.I.D.A. 07) en Moncada (Valencia) se realizó un ensayo de

fertilización desde 1982 hasta 1984. Los tratamientos consistieron en: 3 dosis de lodo de depuradora de digestión aerobia (L_0 : 0; L_1 : 12 y L_2 : 24 T/ha/año de materia seca) combinados factorialmente con 4 niveles de fertilizante nitrogenado mineral en un diseño de parcelas divididas. El cultivo consistió en una rotación de patatas-maíz, el primero desde febrero hasta junio y el segundo desde julio hasta octubre. Para la caracterización del estado nutritivo de los cultivos se tomaron muestras de 24 pecíolos de patatas (quinta o sexta hoja) a los 80 días después de la nascencia, y de 24 hojas de maíz, opuestas a la última mazorca, en el momento de salida del penacho. La digestión de las muestras se efectuó mediante una mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico, determinando el cinc mediante espectrofotometría de absorción atómica. El suelo era de textura franco arenosa y de pH 8,6. Exponiéndose en el Cuadro 1 los aportes de cinc en cada uno de los tratamientos.

CUADRO 1. APORTES DE CINCO (Kg/ha) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Tratamientos	Años			
	1982	1983	1984	TOTAL
Ensayo 1 en patatas-maiz				
L ₀	-	-	-	-
L ₁	26,8	18,3	22,6	67,7
L ₂	53,6	36,6	45,2	135,4
Ensayo 2 en patatas-maiz				
N ₀ , N ₁ , N ₂ y N ₃				-
L ₁ , L ₂ y L ₃			22,7 - 45,4 y	68,1
L ₁₁ , L ₁₂ y L ₁₃			83,8 - 167,6 y	251,4
Ensayo en cítricos				
N ₁ y N ₂	-	-	-	-
L ₁	14,2	9,4	12,7	36,3
L ₂	28,4	18,8	25,5	72,6

Ensayo 2 en patatas-maiz.

Se realiza en parcelas elementales contiguas a las del ensayo 1, constando el diseño de 4 dosis de fertilizante nitrogenado mineral ($N_0:0$; $N_1:200$; $N_2:400$ y $N_3:600$ Kg N/ha/año), 3 dosis de lodos de digestión aerobia ($L_1:400$ $L_2:800$ y $L_3:1200$ Kg N/ha/año) y otras tres dosis de lodos de digestión anaerobia, $L_{11}:400$; $L_{12}:800$ y $L_{13}:1200$ Kg N/ha/año. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar. Los cultivos consistieron al igual que en el ensayo 1 en una alternativa de patatas-maiz, siendo las características del muestreo y de la determinación analítica similares a las indicadas en el apartado anterior.

Ensayo en cítricos.

Se realizó durante 3 campañas (desde 1982-83 hasta 1984-85) en la finca experimental del I.V.I.A., en una parcela de naranjos adultos de Salustiana. Los tratamientos consistieron en 2 dosis de fertilizante mineral ($N_1:225$ y $N_2:450$ Kg N/ha/año) y 2 dosis de lodo de digestión aerobia ($L_1:225$ y $L_2:450$ Kg N/ha/año), dispuestos en un diseño de bloques al azar. El suelo era de textura franco-arenosa y pH 8,4. Utilizando para la caracterización del estado nutritivo del arbolado muestras de hojas de 6-7 meses, situadas en brotes no fructíferos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Patatas-maiz

Los contenidos foliares de cinc, (valores medios de las dosis de fertilizante mineral) obtenidos en los cultivos del ensayo 1 aparecen en el Cuadro 2. Estos resultados ponen de manifiesto que la aportación del lodo de depuradora al suelo produjo un progresivo aumento en los niveles

CUADRO 2. EFECTO DE LA DOSIS DEL LODO EN EL CONTENIDO DE CINCO EN PATATAS Y MAIZ (ENSAYO 1)

Lodo (T/ha/año)	Pecíolos de patatas			Hojas de maíz		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Zn (ppm)						
0	-	26,2	19,9	55,6	56,0	47,5
12	-	38,0	29,1	72,1	78,2	75,7
24	-	37,8	34,3	78,2	87,8	83,6
MDS 5%	-	3,6	7,3	7,1	7,2	8,9

de cinc tanto en las patatas como en el maíz, si bien las diferencias sólo alcanzaron significación estadística entre la dosis de 12 T/ha y el testigo. Asimismo, la evolución de los niveles foliares de cinc no reflejó el efecto acumulativo de este elemento con las repetidas aplicaciones efectuadas anualmente. Así, los contenidos de cinc en los pecíolos de patatas durante 1984 resultaron algo más bajos que los obtenidos en

el año 1983, y en el caso del maíz las dosis de lodos 12 y 24 T/ha produjeron aumentos escasos y erráticos a lo largo de las 3 campañas del ensayo.

Por otra parte, en el Cuadro 3 se exponen los contenidos foliares de cinc en los cultivos de patatas y maíz del ensayo 2, de estos resultados

CUADRO 3. EFECTO DE DIFERENTES LODOS SOBRE EL CONTENIDO DE CINC EN PATATAS Y MAIZ (ENSAYO 2)

Tratamiento	Pecíolos de patatas	Hojas de maíz
	Zn (ppm)	
Fertil. mineral (Kg N/ha)		
0	27,7	40,3
200	20,1	57,1
400	17,9	54,9
600	17,1	57,5
Lodo dig. aerobia (Kg N/ha)		
400	27,2	51,8
800	28,9	58,4
1200	27,2	57,5
Lodo dig. anaerobia (Kg N/ha)		
400	42,4	51,5
800	45,9	61,9
1200	41,6	68,0
MDS 5%	7,5	9,0

se deduce que en las patatas, los tratamientos de fertilizante nitrogenado mineral produjeron como era previsible los niveles de cinc más bajos, mientras que los valores más altos se registraron en los tratamientos de lodo de digestión anaerobia. Es interesante indicar que con el fertilizante mineral se registró una progresiva disminución en el contenido de cinc a medida que aumentaron las aportaciones de aquel, lo que cabe atribuir al efecto de dilución inducido por el aumento de productividad producido por el fertilizante mineral. El hecho de que con el lodo de digestión anaerobia se registraran niveles de cinc superiores a los obtenidos con el lodo de digestión aerobia era previsible, ya que mientras con los primeros tratamientos las aportaciones de cinc oscilaron entre 83,8 - 251,4 Kg/ha, con los segundos estas adiciones variaron entre

22,7 - 68,1 Kg/ha. No obstante, resulta sorprendente constatar en ambos tipos de lodos la falta de correlación entre las dosis de cinc aportadas al suelo y los contenidos foliares resultantes de este microelemento. Teniendo en cuenta que los lodos utilizados presentaban unos contenidos relativamente altos de fósforo, hierro y cobre, elementos antagónicos del cinc, cabe apuntar como posible explicación de estos resultados que el aumento de disponibilidad de cinc derivado de las dosis crecientes de lodos resultara compensado por el efecto depresivo de los elementos antagónicos del cinc.

En cuanto al maíz del ensayo 2 cabe indicar que los tratamientos de lodo produjeron niveles foliares de cinc similares o superiores a las concentraciones obtenidas con el fertilizante mineral. También es interesante destacar el efecto positivo de la adición del fertilizante mineral en la absorción del cinc por el maíz, así mientras que en el testigo se obtuvieron unas 40 ppm de cinc, con los tratamientos del fertilizante mineral el contenido osciló entre 54 y 57 ppm. Un efecto similar fue obtenido por LANGUIN et al. (1962).

A pesar de desconocerse los rangos críticos del cinc en pecíolos de patatas (GERALDSON, KLACAN y LORENZ, 1973), los niveles obtenidos en todos los tratamientos resultaron superiores al rango de deficiencia de gran número de cultivos (BOEHLE y LINDSAY, 1969). Y respecto a los niveles de cinc resultantes en el maíz, todos están incluidos en el rango considerado normal o adecuado para este cultivo, bastante distantes de los valores críticos a partir de los cuales empiezan a observarse los síntomas de fitotoxicidad (MENGEL y KIRBY, 1982).

Cítricos

Los contenidos de cinc en hojas de naranjos no resultaron afectados por la aportación de los lodos, todos los tratamientos aplicados produjeron resultados muy similares (Cuadro 4). Asimismo, los niveles foliares

CUADRO 4. EFECTO DE LA APORTACION DE LODO DE DEPURADORA SOBRE EL CONTENIDO DE CINC EN CITRICOS.

Tratamientos	Zn en hojas (ppm)		
	1982	1983	1984
Fertilizante mineral (Kg N/ha)			
225	16,5	18,3	18,5
450	16,5	18,1	18,7
Lodo de depuradora (Kg N/ha)			
225	17,9	17,9	17,3
450	17,9	20,7	17,3
MDS 5 %	NS	NS	NS

de este microelemento permanecieron bastante constantes a lo largo del tiempo que duró el ensayo, presentando sistemáticamente valores ligeramente superiores a 16 ppm, nivel crítico de deficiencia para los cítricos (EMBLETON et al., 1973). Los resultados de este estudio son consistentes con los obtenidos en otros experimentos (EMBLETON et al., 1964). Estos autores constataron que en los suelos básicos la aportación de cinc para corregir la deficiencia de este elemento resultó en general ineficaz. Asimismo, en estudios efectuados por KORCAK, GOUIN, FANNING (1979) y BRAMRYD (1983) tampoco se constató ningún efecto positivo de la adición de lodos sobre los contenidos foliares de cinc en diferentes especies de árboles forestales. De ahí que los cultivos leñosos se consideren altamente idóneos para la eliminación de los lodos de depuradoras destinados a agricultura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRAMRYD, T. 1983. Uptake and heavy metals in pine forest vegetation fertilized with sewage. Processing and Use of Sewage Sludge. Proc. Third International Symposium: 423-425, Brighton.
- EMBLETON, T.W., WALLIHAN, E.F., LABANAUSKAS, C.K., GOODALL, G.E., 1964. Soil applications of zinc for citrus. Calif. Citrog. 49:491-496.
- EMBLETON, T.W., JONES; W.W., LABANAUSKAS; C.K., REUTHER; W., 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. The Citrus Industry. Vol. III, 122-182. University of California, Berkeley, California
- GERALDSON, C.M., KLACAN G.R., LORENZ, O.A., 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. Soil Testing and Plant Analysis, 365-380. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison, Wisconsin.
- KORCAK, R.F., GOUIN, F.R., FANNING, D.S., 1979. Metal content of plant and soils in a tree nursery treated with composted sludge. J. Environ. Qual., 8:63-68.
- LANGUIN, E.J., WARD, R.C. OLSON, R.A., RHOADES, H.F., 1962. Factors responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization: II. Lime and P placement effects on P-Zn relations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26:574-578.
- MATTHEWS, P.J., 1985. Control of metal application rates from sewage sludge utilization in agriculture. CRC Critical Reviews in Environmental Control, Vol. 14 (3):199-250.
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A., 1982. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern Switzerland.
- POMARES, F., 1982. Valor fertilizante de los lodos de depuradoras de aguas residuales. ITEA, 49:47-67.